

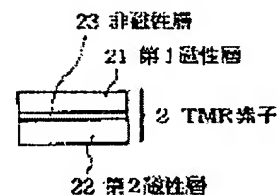
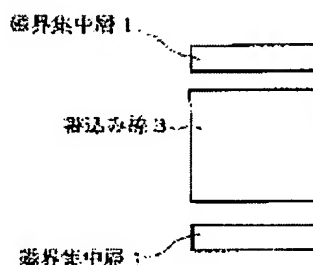
MAGNETIC MEMORY CELL, METHOD FOR RECORDING THEREBY AND MEMORY USING THE SAME

Patent number: JP2003031773
Publication date: 2003-01-31
Inventor: NISHIMURA NAOKI
Applicant: CANON KK
Classification:
- **international:** H01L27/105; G11C11/14; G11C11/15; H01L43/08
- **european:**
Application number: JP20010213580 20010713
Priority number(s): JP20010213580 20010713

Abstract of JP2003031773

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively concentrate a magnetic field generated from a writing line at a perpendicular magnetoresistance effect element without complicating a manufacturing process.

SOLUTION: A method for recording a magnetic memory cell comprises a step of disposing a write line 3 near a side face of the magnetoresistance effect element 2 of a structure, in which a nonmagnetic layer 23 is interposed between a first magnetic layer 21 and a second magnetic layer 22 each having an axis of easy magnetization in a film surface perpendicular direction via an insulating film. The method further comprises a step of disposing magnetic field concentration layers 1 each made of a magnetic film via an insulating film on an upper part and a lower part of the line 3. Thus, since the magnetic field generated from the line 3 is concentrated to the layers 1 and then applied to the element 2, the field can be more effectively applied to the element 2.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-31773

(P2003-31773A)

(43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許ト* (参考)
H 0 1 L 27/105		G 1 1 C 11/14	A 5 F 0 8 3
G 1 1 C 11/14			E
	11/15	11/15	
H 0 1 L 43/08		H 0 1 L 43/08	Z
		27/10	4 4 7

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-213580 (P2001-213580)

(22) 出願日 平成13年7月13日 (2001.7.13)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 西村 直樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

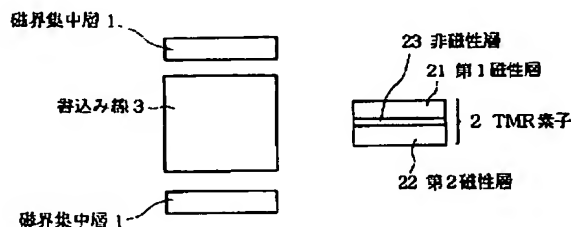
Fターム (参考) 5F083 FZ10 GA05 GA28 GA30 JA36
JA37

(54) 【発明の名称】 磁気メモリ素子及びその記録方法、並びにその磁気メモリ素子を用いたメモリ

(57) 【要約】

【課題】 製造プロセスを複雑にすることなく、書込み線から発生する磁界を効果的に垂直磁気抵抗効果素子に集中させる。

【解決手段】 膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ第1磁性層21及び第2磁性層22で非磁性層23を挟んだ構造の磁気抵抗効果素子2の側面近傍に、絶縁膜を介して書込み線3を配置する。更に、書込み線3の上部及び下部に、絶縁膜を介して磁性膜からなる磁界集中層1を配置する。これにより、書込み線3から発生する磁界は磁界集中層1に集中してから磁気抵抗効果素子2に印加されることになるため、より効果的に磁界を磁気抵抗効果素子2に印加することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ第1磁性層と、非磁性層と、膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ第2磁性層とが積層された磁気素子を用いた磁気メモリ素子において、

前記磁気素子の側面近傍に書き込み線が設けられ、該書き込み線の上部もしくは下部の少なくとも一方に前記書き込み線よりも透磁率の大きい層が設けられていることを特徴とする磁気メモリ素子。

【請求項2】 前記書き込み線よりも透磁率の大きい層が前記書き込み線の上部及び下部の両方に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の磁気メモリ素子。

【請求項3】 前記書き込み線よりも透磁率の大きい層は、前記磁気素子よりも上部及び下部に位置することを特徴とする請求項1に記載の磁気メモリ素子。

【請求項4】 前記書き込み線よりも透磁率の大きい層は、膜面内方向に磁化容易軸を持つことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項5】 前記書き込み線よりも透磁率の大きい層はNiFeを主成分とすることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項6】 前記第1の磁性層及び第2の磁性層がフェリ磁性膜からなることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項7】 前記フェリ磁性膜が、希土類元素と遷移金属元素との合金からなることを特徴とする請求項6に記載の磁気メモリ素子。

【請求項8】 前記書き込み線よりも透磁率の大きい層と前記書き込み線との間に絶縁膜が設けられていることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項9】 前記書き込み線がアルミニウム合金からなることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項10】 前記書き込み線が銅もしくは銅の合金からなることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項11】 前記書き込み線よりも透磁率の大きな層は、前記書き込み線と交差する方向の長さが前記書き込み線の長さよりも長く、前記磁気素子の近傍まで延びていることを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項12】 前記書き込み線が前記磁気素子の両側に設けられていることを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子。

【請求項13】 前記磁気素子の両側に設けられた前記2つの書き込み線がその端部で互いに電氣的に接続されていることを特徴とする請求項12に記載の磁気メモリ素子。

【請求項14】 請求項1から11のいずれか1項に記

載の磁気メモリ素子の記録方法であって、

前記書き込み線に電流を流すことで膜面垂直方向の磁界を前記磁気素子に印加し、前記書き込み線に流れる電流方向に応じて前記第1磁性層もしくは第2磁性層のいずれかの磁化方向を変化させて、情報を記録することを特徴とする磁気メモリの記録方法。

【請求項15】 請求項12または請求項13に記載の磁気メモリ素子の記録方法であって、

前記磁気素子の両側に設けられた前記2つの書き込み線に互いに逆向きの電流を流すことで膜面垂直方向の磁界を前記磁気素子に印加し、前記書き込み線に流す電流方向に応じて前記第1磁性層もしくは第2磁性層のいずれかの磁化方向を変化させて、情報を記録することを特徴とする磁気メモリの記録方法。

【請求項16】 請求項1から13のいずれか1項に記載の磁気メモリ素子を用いたメモリであって、前記磁気メモリ素子を電界効果トランジスタと接続してメモリセルを形成し、該メモリセルをマトリクス状に配置したことを特徴とするメモリ。

【請求項17】 請求項2に記載の磁気メモリ素子を用いたメモリであって、

前記磁気素子の一端を電界効果トランジスタのドレイン電極に接続し、前記磁気素子の他端を前記書き込み線と交差するビット線に接続し、前記書き込み線の下部に設けられた前記磁性膜を前記磁気素子の下部に配置し、前記書き込み線の上部に設けられた前記磁性膜を前記磁気素子の上部にかつ前記ビット線の下部に配置したことを特徴とするメモリ。

【請求項18】 前記磁性膜は、前記ビット線に沿う方向の長さと同記書き込み線に沿う方向の幅との比が2以上であることを特徴とする請求項17に記載のメモリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗素子等の磁気素子を用いた磁気メモリ素子及びその記録方法、並びにその磁気メモリ素子を用いたメモリに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、MRAM (Magnetic Random Access Memory) と呼ばれる磁気メモリが盛んに研究されている。このMRAMは、情報の保存に磁性膜を用いているため、電源を落としても情報が消えず不揮発であるという特徴がある。

【0003】MRAMのメモリセルには、少なくとも2つの磁性層とその間の非磁性層から構成される磁気素子が用いられている。その代表的なものとしてスピントンネル効果による磁気抵抗素子がある。この種の磁気抵抗素子は、一般にTMR (Tunnel Magneto Resistance) 素子と呼ばれており、抵抗変化率(MR比)が従来の磁気抵抗素子と比較して大きく、また、抵抗値も数kΩか

ら数十kΩでMRAMのメモリセルとして最適な値に設定することが可能であるため、MRAM用の磁気抵抗素子として一般的に用いられている。

【0004】TMR素子の磁性膜としては、膜面内方向に磁化される、いわゆる面内磁化膜が一般に用いられている。しかしながら、この面内磁化膜は、微細化すると反磁界によってスピンの膜端面でカーリングするため、磁化を安定して保存することができないという問題がある。この問題を回避するためには、面内磁化膜の長さ

と幅との比を3倍程度とする必要があるが、このように面内磁化膜を構成するとMRAMの集積度が悪化してしまう。また、TMR素子の上部または下部に書き込み線を設ける必要があるため、製造プロセスが複雑になってしまう。

【0005】上述した面内磁化膜に係る種々の問題に鑑み、本発明者は、特開平11-213650号公報において、膜面垂直方向に磁化される、いわゆる垂直磁化膜を用いたTMR素子を提案した。例えばこのような垂直磁化TMR素子に記録を行う場合には、種々の方法が考

えられるが、その一つの例として、TMR素子の側面に配置された書き込み線に電流を流し、その書き込み線から発生する膜面垂直方向の磁界をTMR素子に印加し、TMR素子の垂直磁化膜のうち情報が記録される垂直磁化膜の磁化方向を反転させることで記録を行う方法が考えら

れる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】垂直磁化TMR素子の側面に配置された書き込み線に流す電流値は、少なくとも書き込み線がエレクトロマイグレーションによって断線しないような値以下に設定する必要がある。また、その範囲内であっても、消費電力を考慮すると、できるだけ小

さな値に設定することが望ましい。

【0007】ただし、書き込み線に流す電流値が小さい場合には、書き込み線から発生する磁界も小さくなるため、小さな磁界で磁性膜の磁化方向が反転可能となるように磁性膜の保磁力を小さく設定する必要がある。しかしながら、磁性膜の保磁力を小さくすることは、磁性膜の磁化方向を容易に反転可能とさせることになるため、情報の保存性を悪化させる方向になる。

【0008】垂直磁化TMR素子を用いた磁気メモリ素子では、磁気素子に対して膜面垂直方向の磁界を発生させるために、書き込み線を垂直磁化TMR素子の側面近傍に配置する必要があるが、このような構造で、書き込み線から発生する磁界を効果的にTMR素子に集中させ、かつ、そのために製造プロセスが複雑にならないようにする技術が望まれている。

【0009】本発明の目的は、製造プロセスを複雑にすることなく、書き込み線から発生する磁界を効果的に垂直磁化TMR素子に集中させることができる磁気メモリ素子及びその記録方法、並びにその磁気メモリ素子を用い

たメモリを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ第1磁性層と、非磁性層と、膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ第2磁性層とが積層された磁気素子を用いた磁気メモリ素子において、前記磁気素子の側面近傍に書き込み線が設けられ、該書き込み線の上部もしくは下部の少なくとも一方に前記書き込み線よりも透磁率の大きい層が設けられていることを特徴とする。

【0011】また、前記書き込み線よりも透磁率の大きい層が前記書き込み線の上部及び下部の両方に設けられていることを特徴とする。

【0012】また、前記書き込み線よりも透磁率の大きい層は、前記磁気素子よりも上部及び下部に位置することを特徴とする。

【0013】また、前記書き込み線よりも透磁率の大きい層は、膜面内方向に磁化容易軸を持つことを特徴とする。

【0014】また、前記書き込み線よりも透磁率の大きい層はNiFeを主成分とすることを特徴とする。

【0015】また、前記第1の磁性層及び第2の磁性層がフェリ磁性膜からなることを特徴とする。

【0016】また、前記フェリ磁性膜が、希土類元素と遷移金属元素との合金からなることを特徴とする。

【0017】また、前記書き込み線よりも透磁率の大きい層と前記書き込み線との間に絶縁膜が設けられていることを特徴とする。

【0018】また、前記書き込み線がアルミニウム合金からなることを特徴とする。

【0019】また、前記書き込み線が銅もしくは銅の合金からなることを特徴とする。

【0020】また、前記書き込み線よりも透磁率の大きな層は、前記書き込み線と交差する方向の長さが前記書き込み線の長さよりも長く、前記磁気素子の近傍まで延びていることを特徴とする。

【0021】また、前記書き込み線が前記磁気素子の両側に設けられていることを特徴とする。

【0022】また、前記磁気素子の両側に設けられた前記2つの書き込み線がその端部で互いに電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0023】また、前記磁気メモリ素子の記録方法であって、前記書き込み線に電流を流すことで膜面垂直方向の磁界を前記磁気素子に印加し、前記書き込み線に流れる電流方向に応じて前記第1磁性層もしくは第2磁性層のいずれかの磁化方向を変化させて、情報を記録することを特徴とする。

【0024】また、前記磁気メモリ素子の記録方法であって、前記磁気素子の両側に設けられた前記2つの書き込み線に互いに逆向きの電流を流すことで膜面垂直方向の

10

20

30

40

50

磁界を前記磁気素子に印加し、前記書き込み線に流す電流方向に応じて前記第1磁性層もしくは第2磁性層のいずれかの磁化方向を変化させて、情報を記録することを特徴とする。

【0025】また、前記磁気メモリ素子を用いたメモリであって、前記磁気メモリ素子を電界効果トランジスタと接続してメモリセルを形成し、該メモリセルをマトリックス状に配置したことを特徴とする。

【0026】また、前記磁気メモリ素子を用いたメモリであって、前記磁気素子の一端を電界効果トランジスタのドレイン電極に接続し、前記磁気素子の他端を前記書き込み線と交差するビット線に接続し、前記書き込み線の下部に設けられた前記磁性膜を前記磁気素子の下部に配置し、前記書き込み線の上部に設けられた前記磁性膜を前記磁気素子の上部にかつ前記ビット線の下部に配置したことを特徴とする。

【0027】また、前記磁性膜は、前記ビット線に沿う方向の長さと同記書き込み線に沿う方向の幅との比が2以上であることを特徴とする。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0029】（第1の実施の形態）図1は、本発明の磁気メモリ素子の第1の実施の形態を示す断面図である。

【0030】図1に示すように本実施形態は、磁気素子として、膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ第1磁性層21と、非磁性層23と、膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ第2磁性層22とが積層されてなるスピントンネル型のTMR素子2を用いている。なお、本発明における磁気素子はTMR素子に限定されるものではなく、磁性層が膜面垂直方向に磁化されるものであれば、例えばGMR（Giant Magneto Resistance）素子等の磁気抵抗素子を用いても良い。

【0031】第1磁性層21と第2磁性層22とは、保磁力に差があり、例えば保磁力の大きい層が初期化された磁化方向を保つピン層、保磁力の小さい層が磁化の向きによって情報を保存するメモリ層とする。もしくは、保磁力の大きい層が上述のメモリ層、保磁力の小さい層が再生時にメモリ層を磁化反転させて抵抗変化を誘発させる検出層とする。前者は、読み出し時にTMR素子2の抵抗の絶対値を検出する絶対検出方式に適用され、後者は、差動検出方式に適用される。

【0032】TMR素子2の側面近傍には、不図示の絶縁膜を介して紙面垂直方向に延びた書き込み線3が配置されている。

【0033】書き込み線3の上部及び下部には、不図示の絶縁膜を介して書き込み線よりも透磁率の大きな層が形成されている。これは例えば磁性膜を設ければよい。このような層を設けることによって、書き込み線3から発生する磁界を効果的にTMR素子2に印加することが可能と

なる。その概念図を図10に示す一般的に、導線に流れる電流から発生する磁界は空間上に均一に発生するが、導線近傍に導線よりも透磁率の高い層を設けると、磁性層の透磁率は絶縁体や導体などの非磁性体と比較して高いため、磁束が磁性層に集中し、局部的に高い磁界が発生させることができ、磁気抵抗効果素子に磁界を集中させることができる。

【0034】したがって導線よりも透磁率の高い層を磁界集中層とすると、磁界集中層1及び書き込み線3の近傍にTMR素子2を配置することにより、書き込み線3から発生する磁界を効果的にTMR素子2に印加することができる。この磁界によって、第1磁性層21或いは第2磁性層22のいずれかであるメモリ層または検出層の磁化方向が上向きもしくは下向きに磁化される。その磁化方向は、書き込み線3に流す電流の方向によって決定することができる。

【0035】磁界集中層1は、図1では書き込み線3の上部及び下部に設けられているが、書き込み線3の上部もしくは下部のいずれか一方にのみ設けた構成としても良い。ただし、より効果的に磁界をTMR素子2に印加するためには、図1のように書き込み線3の上部及び下部の両方に磁界集中層1を設けることが好ましい。

【0036】磁界集中層1は、透磁率が高く、保磁力が低いNiFeなどの軟磁性膜であることが望ましい。また、磁界集中層1は、書き込み線3に流れる電流から発生する磁界をTMR素子2の膜面垂直方向に印加し易くするために、書き込み線3と交差する方向となる膜面内方向に磁化容易軸を持つことが望ましい。ここで透磁率は、大きければより磁界を集中させることができるため良いが、あまり大きくなりすぎると、インダクタンスが大きくなり書き込み線にバイアスを印加した時の応答が悪くなるため、透磁率の上限はその応答速度によって決めればよい。また保磁力が大きいと、やはり応答速度が低下するため小さい方が好ましい。

【0037】第1磁性層21及び第2磁性層22は、フェリ磁性膜であることが望ましい。フェリ磁性膜は、副格子磁化が反平行に磁化するため、全体の磁化の大きさが小さい。従って、膜面垂直方向に磁化した際に発生する反磁界が小さく、容易に垂直磁化膜となりやすい。また、フェリ磁性膜から発生する漏洩磁界は小さいため、他の磁性膜に書き込み線3からの発生磁界以外の余分な磁界が印加されることが少なくなる。これにより、安定した記録再生動作を実現することが可能となる。

【0038】フェリ磁性膜は、希土類元素と鉄族元素の合金からなる磁性膜であることが望ましい。これは、希土類元素と鉄族元素の合金からなる磁性膜は、アモルファスであるため、結晶粒界による誤動作の可能性が少なくなり、また、室温で成膜して容易に垂直磁化膜となるためである。

【0039】書き込み線3は、磁性層である磁界集中層1

よりも電気伝導率が高いものが望ましい。具体的には、アルミニウム合金や、銅もしくはその合金からなるものが良い。特に、銅もしくはその合金からなる書き込み線は、アルミニウム合金からなる書き込み線と比較して限界電流密度が10倍程度であり、より大きな磁界を発生することができるため、より望ましい。

【0040】(第2の実施の形態)図2は、本発明の磁気メモリ素子の第2の実施の形態を示す断面図である。

【0041】図2に示すように本実施形態は、図1に示した第1の実施形態と比較して、TMR素子2の両側に、紙面垂直方向に延びた2本の書き込み線3a、3bが配置されている点が異なる。2本の書き込み線3a、3bのそれぞれの上部及び下部には、図1と同様に磁界集中層1が設けられている。

【0042】本実施形態では、2本の書き込み線3a、3bに互いに逆方向の電流を流すことにより、書き込み線が1本の場合と比較して、TMR素子2に2倍の磁界を印加することができる。また、2本の書き込み線3a、3bを端部で電気的に接続することにより、電流値を2倍にしなくとも2倍の発生磁界を得ることができる。

【0043】更に、本実施形態では、2本の書き込み線3a、3bのそれぞれの上部及び下部に磁界集中層1が設けられているため、2本の書き込み線3a、3bから発生する磁界を、より効果的にTMR素子2に印加することができる。

【0044】(第3の実施の形態)図3は、本発明の磁気メモリ素子の第3の実施の形態を示す断面図である。

【0045】図3に示すように本実施形態は、図2に示した第2の実施形態と比較して、磁界集中層1における書き込み線3と交差する方向の長さが書き込み線3の長さよりも長く、TMR素子2の近傍まで延びている点が異なる。

【0046】本実施形態では、書き込み線3から発生した磁束は、一方の磁界集中層1を通った後、TMR素子2を通して他方の磁界集中層1を通る。

【0047】従って、磁束が通る経路が制限されるとともに、その制限された中にTMR素子2が配置されるため、より効果的に磁束をTMR素子2に集中させることができ、より高い発生磁界をTMR素子2に与えることができる。

【0048】ここで、本発明の磁気メモリ素子による効果について図4及び図5を参照して説明する。

【0049】図4は、磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図であり、(a)は図3に示した磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図、(b)は図2に示した磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図、(c)はTMR素子の両側に2本の書き込み線が配置され、磁界集中層が設けられていない磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図、

(d)はTMR素子の片側に1本の書き込み線が配置され、磁界集中層が設けられていない磁気メモリ素子の構

造を模式的に示す図である。

【0050】図4において、書き込み線3、3a、3bは、幅が $0.1\mu\text{m}$ 、膜厚が $0.1\mu\text{m}$ とし、 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ の電流密度の電流を流した。また、書き込み線3aの右側面と書き込み線3bの左側面との間隔は $0.3\mu\text{m}$ 、磁界集中層1の膜厚は 20nm 、磁界集中層1と書き込み線3との間隔は 20nm とした。また、TMR素子2は、書き込み線3a、3bからの距離が等しい位置(図4(d)の場合は、TMR素子2の中心が書き込み線3の中心から $0.2\mu\text{m}$ となる位置)に配置されている。

【0051】図5は、図4(a)～(d)に示した各構造の磁気メモリ素子において、書き込み線から発生する磁界の磁界分布を示す図である。

【0052】図5において、横軸は、各構造の磁気メモリ素子において書き込み線3a(図4(d)の場合は書き込み線3)の右側面を0とし、その書き込み線と直交する横方向(紙面右方向)への距離を示したものである。縦軸は、書き込み線3、3a、3bの膜厚方向の中央部における膜面垂直方向の磁界強度を示したものである。

【0053】図5より、TMR素子2の両側に2本の書き込み線3a、3bを配置した場合(W2)は、1本の書き込み線3を配置した場合(W1)と比較して発生磁界が大きくなるが、磁界集中層1を設けた場合(W2K1、W2K2)は発生磁界が更に大きくなること分かる。

【0054】特に、磁界集中層1をTMR素子2の近傍まで延ばした場合(W2K2)は、磁界集中層1が書き込み線3a、3bと同じ幅である場合(W2K1)と比較して、発生磁界が約1.5倍となり、発生磁界を大きくする効果が大きいことが分かる。

【0055】以下に、本発明の磁気メモリ素子を用いた磁気メモリの構造について説明する。ここでは、図3に示した磁気メモリ素子を用いたMRAMのメモリセルの構造について図6を参照して説明する。

【0056】図6は、図3に示した磁気メモリ素子を用いたMRAMのメモリセル構造例を示す断面図である。なお、このMRAMは、図6に示したメモリセルがマトリクス状に配置された構成となっている。

【0057】図6において、TMR素子2はp型Si基板8上に形成されたMOSFETのドレイン電極7に接続され、さらに、書き込み線3と交差する方向に延びているビット線4に接続されている。TMR素子2の側面には、紙面垂直方向に延びている2本の書き込み線3a、3bが配置され、さらに、2本の書き込み線3a、3bのそれぞれの上部及び下部には磁界集中層1が設けられている。MOSFETは、ドレイン電極7の他にゲート電極6及びソース電極5を備えている。

【0058】マトリクス状に配置された多数のメモリセルのうち特定のメモリセルから情報を読み出す場合には、その特定のメモリセル内のソース電極5をアースとし、ビット線4の一端に高電位を印加し、MOSFET

10

20

30

40

50

でメモリセルを選択すれば、TMR素子2の抵抗値に応じた電位がビット線4の他端に現れるため、特定のメモリセル内のTMR素子2に記録された情報を読み出すことができる。

【0059】書込み時には、磁束が効果的にTMR素子2に集中して高い磁界が印加される。磁界集中層1は、書込み線3a、3bと不図示の絶縁膜を介して配置されているため、書込み線3a、3bに電流を流しても、TMR素子2及びビット線4に電流が流れることはない。すなわち、磁界集中層1とドレイン電極7が電氣的に接

触していても、動作上の問題は無いため、磁界集中層1をTMR素子2の横方向の位置に近づけることが可能である。

【0060】また、マトリックス状に配置された多数のメモリセルのうち特定のメモリセルを選択して書込みを行う場合には、書込み線3a、3bに互いに逆方向の電流を紙面垂直方向に流すと同時に、ビット線4に紙面水平方向に電流を流す。すると、TMR素子2には、膜面垂直方向の磁界が印加されると同時に膜面内方向の磁界が印加されることになる。TMR素子2は、膜面内方向

の磁界を受けた場合に膜面垂直方向の反転磁界が低減されるように設定できるので、特定のメモリセル内のTMR素子2のみの磁化方向を反転させることができる。

【0061】なお、TMR素子2の磁化方向を反転させる場合、TMR素子2の上部の磁界集中層1は、ビット線4の影響を受けて紙面垂直方向にやや傾くが、この紙面垂直方向の磁化成分が大きくなると、TMR素子2に印加される磁界がやや減少する可能性がある。このため、TMR素子2の上下の磁界集中層1、特にTMR素子2の上部の磁界集中層1は、ビット線4に沿う方向（磁化容易軸方向）に磁気異方性が大きくなるように設定する。これは、磁界集中層1におけるビット線4に沿う方向の長さと言込み線3に沿う方向の幅との比を2以上、好ましくは3以上とすることで実現可能である。このように磁界集中層1の長さと言込み線3の幅との比を設定することは、TMR素子2の上部の磁界集中層1だけでなく、TMR素子2の上下の磁界集中層1に適用するとさらに望ましい。

【0062】（第4の実施形態）図7は、本発明の磁気メモリ素子の第4の実施形態を示す断面図である。

【0063】図7に示すように本実施形態は、図1に示した第1の実施形態と比較して、磁界集中層1を書込み線3の上部及び下部だけでなく、書込み線3の側面のうちTMR素子2とは反対側の側面に設けている点が異なる。

【0064】本実施形態では、書込み線3から発生する磁界を磁界集中層1に集中させ易くなるため、より効果的に磁界をTMR素子2に印加することができる。ただし、書込み線3の側面の片側に磁界集中層1を設けているため、上述した第1～第3の実施形態と比較して、製

造プロセスは若干複雑になる。なお、図7に示した構成は、上述した第1～第3の実施形態にも適用することができる。

【0065】（比較例）図8に示す磁気メモリ素子は、磁気素子として、膜面内方向に磁化容易軸を持つ第1磁性層84と、非磁性層86と、膜面内方向に磁化容易軸を持つ第2磁性層85とが積層されてなる面内磁化TMR素子であるTMR素子82を用い、磁界集中層81を書込み線83の近傍に設けている。

【0066】面内磁化TMR素子を用いた磁気メモリ素子では、面内磁化TMR素子の上部及び／または下部に書込み線が設けられる。図8では、TMR素子82の下部に書込み線83が設けられている。

【0067】このため、図8に示すように、磁界集中層81を書込み線83の側面に設ける必要がある。例えば、図9に示すように、磁界集中層81を書込み線83の下部のみに設けて、書込み線83の側面に設けない場合には、磁界集中層81に集中する磁界を実質的にTMR素子82に印加することができない。

【0068】しかしながら、面内磁化TMR素子を用いた磁気メモリ素子では、より効果的に磁界を面内磁化TMR素子に集中させるには、図8に示すように、磁界集中層81を書込み線83の両側に設ける必要があるため、図7に示した磁気メモリ素子（磁界集中層1を書込み線3の片側にのみ配置）と比較して製造プロセスが更に複雑になってしまうという欠点がある。

【0069】また、面内磁化TMR素子を用いた磁気メモリ素子では、TMR素子の上部及び／または下部に書込み線を設けることから、製造プロセスが複雑になってしまう。これらの欠点は、膜面内方向に磁化される面内磁化膜を用いる限り、回避不可能な問題である。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、書込み線の上部及び／または下部に磁性膜からなる磁界集中層を設けた構成としたため、書込み線から発生する磁界を磁界集中層に集中させてから磁気素子に印加することになる。

【0071】これにより、より効果的に磁界を磁気素子に印加することができ、小さな電流値で磁気メモリ素子を駆動することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気メモリ素子の第1の実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明の磁気メモリ素子の第2の実施形態を示す断面図である。

【図3】本発明の磁気メモリ素子の第3の実施形態を示す断面図である。

【図4】磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図であり、（a）は図3に示した磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図、（b）は図2に示した磁気メモリ素子の構

造を模式的に示す図、(c)はTMR素子の両側に2本の書き込み線が配置され、磁界集中層が設けられていない磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図、(d)はTMR素子の片側に1本の書き込み線が配置され、磁界集中層が設けられていない磁気メモリ素子の構造を模式的に示す図である。

【図5】図4(a)～(d)に示した各構造の磁気メモリ素子において、書き込み線から発生する磁界の磁界分布を示す図である。

【図6】図3に示した磁気メモリ素子を用いたMRAMのメモリセルの一構造例を示す断面図である。

【図7】本発明の磁気メモリ素子の第4の実施の形態を示す断面図である。

【図8】磁気メモリ素子の一比較例を示す断面図である。

【図9】磁気メモリ素子の他の比較例を示す断面図であ

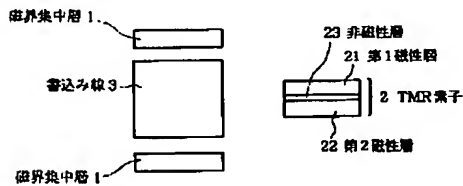
＊る。

【図10】書き込み線から発生する磁束の分布を表した模式図である。

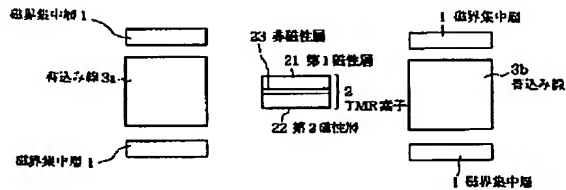
【符号の説明】

- 1 磁界集中層
- 2 TMR素子
- 21 第1磁性層
- 22 第2磁性層
- 23 非磁性層
- 3, 3a, 3b 書き込み線
- 4 ビット線
- 5 ソース電極
- 6 ゲート電極
- 7 ドレイン電極
- 8 p型Si基板

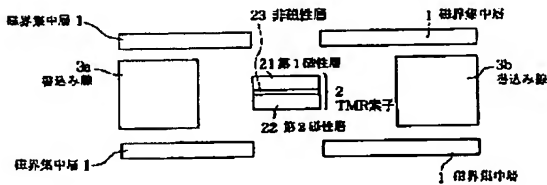
【図1】



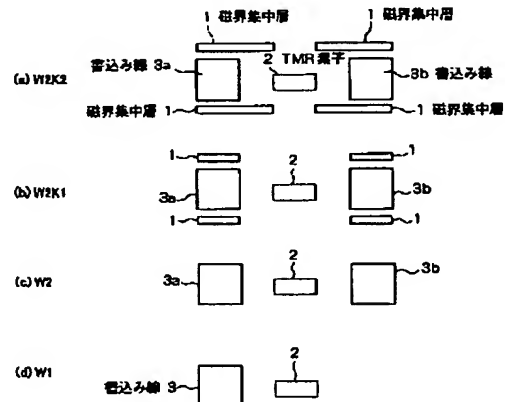
【図2】



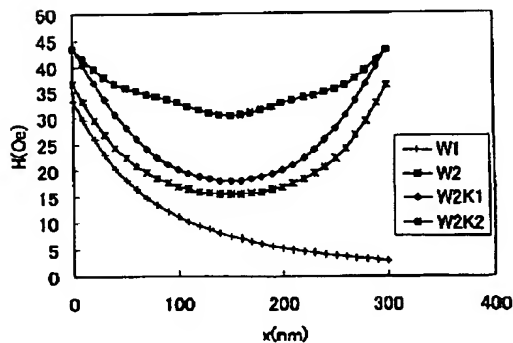
【図3】



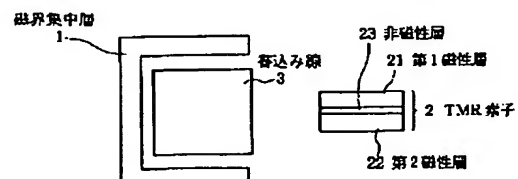
【図4】



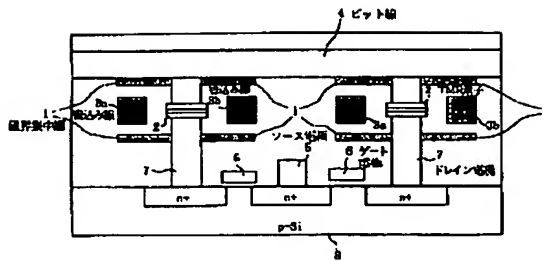
【図5】



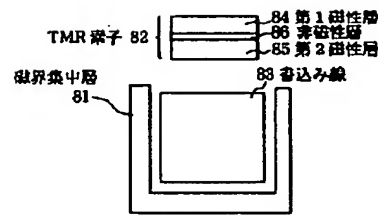
【図7】



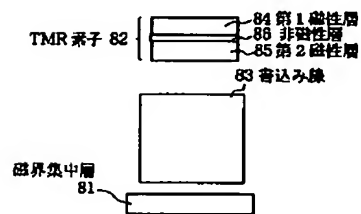
【図6】



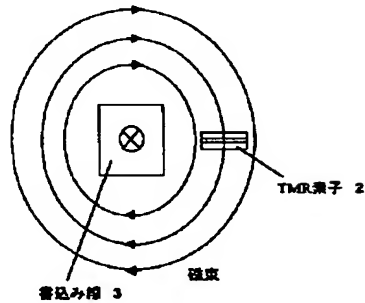
【図8】



【図9】

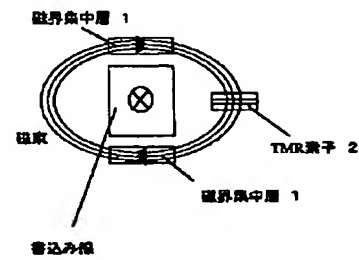


(a) 従来の磁気メモリ素子



【図10】

(b) 本発明の磁気メモリ素子



書き込み線から発生する磁界は、磁束の密度が大きいほど強くなる。
本発明では、磁界集中層に磁束が集中することにより、TMR素子にかかる磁束密度、つまり磁界を大きくすることができる。